Über die Herstellung von Photographien in einem Laubblatte

von

Hans Molisch,

w. M. k. Akad.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.

Nr. 74 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. Oktober 1914.)

Es ist seit langem bekannt, daß bei der Kohlensäureassimilation in den Chlorophyllkörnern der meisten Pflanzen Stärke entsteht, und zwar tritt diese Stärke nur in den beleuchteten Teilen der Pflanze auf. Befestigt man auf einem grünen, lebenden Laubblatt, während es sich noch auf der Pflanze befindet, einen Streifen schwarzen Papiers und beläßt man das Ganze einen Tag lang in direktem Sonnenlichte, schneidet dann das Blatt kurz vor Sonnenuntergang ab und unterwirft man es schließlich der Sachs'schen Jodprobe, so färbt sich das Blatt nur an den vorher belichteten Stellen schwarzblau, nicht aber an den vom schwarzen Papier verdunkelt gewesenen Teilen, weil sich eben hier keine Stärke gebildet hat. Die Form des Papiers tritt an einem solchen Blatte scharf hervor. Noch instruktiver wird dieser Versuch, wenn man das Blatt anstatt mit schwarzem Papier mit einer Blechschablone, in der die Buchstaben eines Wortes, z. B. »Stärke«, ausgestanzt sind, verwendet. Es treten dann die dunklen Schriftzeichen auf hellem Grunde hervor.

Wie ich mich überzeugt habe, ist zu diesem sehr bekannten und beliebten Versuche eine Blechschablone gar nicht nötig;

es genügt hierzu gewöhnliches weißes Papier mit deutlicher schwarzer Druckschrift. Ich befestige das bedruckte Papier mit der Schrift nach oben auf der Oberseite des Blattes mit etwas Gummi arabicum-Lösung, die nur an den Ecken des Papiers angebracht wird. Das Papier muß knapp anliegen. Im übrigen wird dann verfahren wie bei dem vorher geschilderten Experiment mit dem schwarzen Papierstreifen. Die Schriftzeichen treten nach Ausführung der Sachs'schen Jodprobe scharf hervor, wie es die Textfigur zeigt. Sogar gewöhnlicher Zeitungsdruck kommt unter günstigen Bedingungen leserlich im Blatte zum Vorschein.

Ich habe in einzelnen Fällen nach der Extraktion des Chlorophylls auch schon vor der Behandlung mit Jod in den Blättern von *Tropaeolum majus* die Buchstaben im durchfallenden Lichte angedeutet gesehen. Die im Bereiche der Buchstaben entstandene Stärke läßt das Licht in anderer Weise durch als die verdunkelt gewesenen Partien, und dies macht die Schrift erkenntlich.

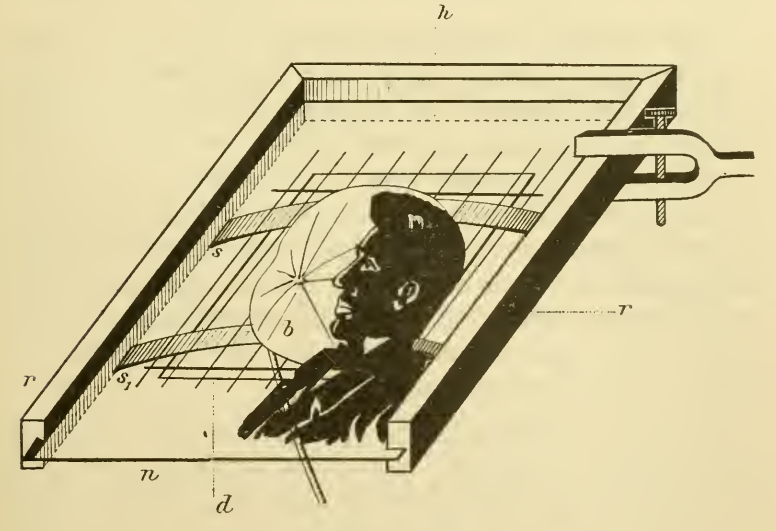
Als ich die Schriftzeichen bedruckten Papiers im Blatte nach der Jodprobe so ungemein scharf hervortreten sah, kam ich auf den Gedanken, daß es vielleicht auch möglich wäre, in einem Laubblatte Photographien, beziehungsweise Kopien von solchen zu erzeugen. Von vornherein war die Wahrscheinlichkeit, daß die feinen Nuancen von Licht und Schatten einer Photographie durch die Jodstärkeprobe zum Ausdrucke kommen werden, nicht gerade groß, aber wie meine Experimente gezeigt haben, hatte ich schließlich vollen Erfolg.

Am besten eignen sich für solche photographische Versuche Blätter, die möglichst eben, dünn und wenig oder gar nicht behaart sind. Vortrefflich bewährt hat sich das Blatt der indianischen Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus*. Es besitzt die angegebenen Qualitäten und außerdem die angenehme Eigenschaft, daß es nach der Entziehung des Chlorophylls ganz weiß wird und dann die Jodstärkereaktion mit großer Schärfe hervortreten läßt.

Um in einem Blatte eine Photographie zu erzeugen, verfährt man in folgender Weise: An einer gesunden, kräftig wachsenden Pflanze wird ein tadelloses Blatt ausgesucht und

auf seiner Oberseite ein kontrastreiches Negativ irgend einer Photographie mit der Schichtseite aufgelegt. Infolge der Transpiration des Blattes bilden sich Tautröpfchen, die Gelatine des Negativs quillt, reißt und wird hierdurch beschädigt. Dies kann leicht verhindert werden, indem man das Negativ oder wenigstens die zu photographierende Stelle mit einem sehr dünnen Deckglas von entsprechender Größe bedeckt und mit einer Spur Gummi festmacht. Zwischen der Blattoberseite und dem Negativ liegt also als Schutzdecke für die Gelatineschichte ein Deckglas.

Wesentlich für das Gelingen des Versuchs und für die Schärfe des photographischen Bildes ist, daß das Negativ dem Blatte innig anliegt, ohne es aber zu pressen oder gar zu verletzen. Dies erzielte ich durch ein Gitter von dünnen Holzstäbchen, das gegen die Unterseite des Blattes mit zwei schwach federnden Spangen leicht und sanft angedrückt wird. Das Negativ selbst liegt in einem Kopierrahmen und



Skizze der Versuchsanstellung.

r Rahmen, in dem das Negativ *n* eingefügt ist. Dieses liegt auf dem Blatte *b*. Zwischen Blatt und Negativ befindet sich zum Schutze der Gelatineschicht das Deckglas *d*. Das Blatt wird mit seiner Oberseite durch das Holzgitter *h* und die beiden Holzspangen *s* und *s'* an das Negativ *n* sanft angedrückt. Vergl. den Text auf p. 924—926.

dieser wird durch ein Stativ in der richtigen Lage erhalten. Die Versuchsanstellung ergibt sich aus der vorstehenden Skizze der Textfigur. Das Experiment wird an einem klaren, sonnigen Tag ausgeführt und es ist zweckmäßig, das direkte Sonnenlicht von etwa Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang auf das mit dem Negativ bedeckte Blatt einwirken zu lassen. Abends wird das Blatt abgeschnitten, sofort eine halbe bis eine Minute in siedendes Wasser getaucht, um das Blatt zu töten und die Stärke zu verkleistern, im warmen Alkohol vom Chlorophyll befreit, das nunmehr weiße Blatt wieder für eine halbe Minute in siedendes Wasser getaucht und dann schließlich in eine mit Wasser verdünnte und mit Salzsäure oder Essigsäure schwach angesäuerte Jodtinkturlösung von bierbrauner Färbung gebracht. Ist der Versuch gelungen, so erscheint nach einiger Zeit im Blatte das Positiv des verwendeten Negativs mit einer Schärfe, die es möglich macht, die Photographie einer bestimmten Person sofort zu erkennen. (Siehe die Figuren 2, 3 und 4 auf der Tafel.[1])

Daraus geht schlagend hervor, mit welch außerordentlicher Feinheit der Lichtstrahl arbeitet, mit welcher Akkuratesse er entsprechend seiner Intensität Stärke erzeugt, so zwar, daß die Schatten und Lichter einer Photographie in ihren plötzlichen und allmählichen Übergängen durch die Farbentöne der Jodstärkereaktion wiedergegeben werden. Es ist dies um so mehr zu verwundern, als ja die zahlreichen, das Blatt durchziehenden Adern, die Tausende von Zellwänden und die verschiedenen Inhaltsstoffe der Zellen der Deutlichkeit des Bildes entgegenarbeiten müssen.

Bei einem Vergleiche der photographischen Platte mit dem Laubblatte entspricht dem lichtempfindlichen Silbersalz der Chlorophyllapparat, dem Silberkorn das Stärkekorn und dem Entwickler die Jodstärkereaktion. Obwohl die Stärkebildung im Lichte nicht mit jener blitzartigen Raschheit sich

[1] Für die tadellose Reproduktion der Photographien auf der Tafel sage ich dem Direktor der Österr. photogr. Gesellschaft, Herrn Dr. O. Prelinger, meinen verbindlichsten Dank.

vollzieht wie die Reduktion des Silbersalzes, sondern im Gegensatze hierzu relativ sehr lange Zeit beansprucht, so führen doch beide Prozesse zu demselben Ergebnis, zur Herstellung eines photographischen Bildes. Streng genommen sollte man bei meinem Experiment, da ich ja nicht eine Photographie, sondern nur eine Kopie einer solchen erzeuge, nur von einem Kopierverfahren sprechen. Allein es kann keinem Zweifel unterliegen, daß nach meinem Verfahren auch jeder beliebige Gegenstand photographiert werden könnte, nur müßte man dann das Blatt in der Kammer an Stelle der photographischen Platte dem Lichte exponieren. Der Effekt muß im wesentlichen derselbe sein, nur würde man zunächst ein Negativ im Blatte erhalten. Ich habe den bequemeren Weg gewählt und gleich das Negativ als Objekt für die Chlorophyllplatte genommen, denn mir war es ja nur darum zu tun, zu zeigen, daß die Feinheiten eines photographischen Bildes im Blatte zum Vorschein kommen.

Bei der Entwicklung des Bildes im Blatte fiel mir auf, daß in den dunklen Jodstärkepartien helle Streifen auftraten, die den Holzstäbchen des Gitters entsprachen, das zum Andrücken des Blattes an das Negativ diente. Unter den Holzstäbchen unterbleibt, da der Zutritt der Kohlensäure aus der Luft in die Spaltöffnungen bedeutend erschwert wird, die Kohlensäureassimilation und somit die Stärkebildung. Daher die hellen Streifen. Um also die Schärfe des Bildes nicht zu stören, erscheint es zweckmäßig, nicht zu viele und möglichst dünne, runde Stäbchen für das Gitter zu wählen. Gute Dienste leisteten mir runde Holzstäbchen von etwa 1 *mm* Durchmesser, die im Gitter $^1/_2$ *cm* voneinander entfernt waren. Die Tatsache, daß unter einem solchen Stäbchen die Stärkebildung schon gehemmt oder sogar völlig aufgehoben erscheint, ist von großem Interesse. Sie lehrt auf das deutlichste, daß die Versorgung mit Kohlensäure aus der nächsten Nachbarschaft zu den von den Stäbchen bedeckten Stellen höchst mangelhaft ist, mit anderen Worten, daß die Kohlensäure, die zwischen den Stäbchen durch die Spaltöffnungen in das Blatt einströmt, von dem Chlorophyllapparat gleich festgehalten und verarbeitet wird, so daß nichts oder sehr wenig

davon durch Diffusion in die unterhalb der Stäbchen befindlichen Chlorophyllkörner gelangt.[1] Stahl[2] hat gezeigt, daß das Bestreichen der Blattunterseite mit flüssigem Kakaobutterwachs die Kohlensäureassimilation infolge der Verstopfung der Stomata vollständig verhindert. Und aus meinen Beobachtungen geht hervor, daß schon das einfache Auflegen eines Holzstäbchens auf die Spaltöffnungen den Zutritt der Kohlensäure derart erschwert, daß die Assimilation unter dem Stäbchen unterbunden wird.

Die Luft muß offenbar über den Spaltöffnungen durch Diffusion und Luftströmungen in Bewegung erhalten werden, damit immer neue Kohlensäure zuströmen kann. Unterhalb der Stäbchen stagniert die Luft, es kommt daher zu wenig Kohlensäure zu jenen Stellen und die Assimilation wird gehemmt.

Wenn meine Erklärung richtig ist, dann müßte auch ein auf der Unterseite des Blattes befestigtes und dicht anliegendes Deckgläschen die Assimilation schwächen. Dies ist nun, wie ich mich vielfach überzeugt habe, wirklich der Fall. Ein solches Blatt — ich arbeitete hauptsächlich mit *Tropaeolum* — zeigt nach Ausführung der Sachs'schen Jodprobe ein deutliches Bild des Deckglases, da seine Gestalt sich durch eine bedeutend hellere Farbe kundgibt.

Zu den photographischen Versuchen dürfen nur gesunde, vollkräftige Pflanzen ausgewählt werden, weil in ungepflegten Gewächsen die Stärkebildung gehemmt und die Stärkeableitung während der Nacht mangelhaft ist. Es ist daher zu widerraten, mit Topfpflanzen zu arbeiten. Ich kultivierte meine Pflanzen in großen, flachen Kistchen oder experimentierte mit üppig gedeihenden Freilandpflanzen. Solche Pflanzen (*Tropaeolum*) entstärken in den Monaten Juni und Juli in der Nacht ihre Blätter vollständig und man ist so gut wie sicher, früh morgens mit stärkefreien Blättern die Experimente beginnen zu können. Für das Gelingen des Versuches ist

---

[1] Vgl. Zijlstra, Kohlensäuretransport in Blättern, Groningen (1909), Proofschrift.

[2] Stahl E., Einige Versuche über Transpiration und Assimilation, Bot. Ztg., 1894, p. 129.

ein stärkefreies Blatt ein wesentliches Erfordernis, ebenso wie für jeden gewöhnlichen photographischen Versuch eine unbelichtete Platte.

Hat man ein gelungenes Bild im Blatte erzeugt, so hat man auch den Wunsch, es dauernd zu erhalten. Das kann auf zweierlei Weise, auf nassem und auf trockenem Wege erzielt werden.

1. Man legt das Blatt unmittelbar nach der Jodprobe in ein gut verschließbares Pulverglas, das mit einer gesättigten Jodwasserlösung gefüllt ist. Sollte im Laufe der Zeit etwas Jod verdampfen, so kann die Lösung durch ein hineingeworfenes Jodkryställchen wieder leicht auf den Sättigungsgrad gebracht werden.

2. Man breitet das vom Blattstiel ganz befreite Blatt unmittelbar nach der Jodprobe noch im nassen Zustande auf einer Glasplatte, wie sie für photographische Platten dienen, mit der Oberseite sorgfältig unter Vermeidung von Luftblasen aus, läßt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur verdampfen und bedeckt dann das auf der Platte gewöhnlich fest adhärierende trockene Blatt mit einer zweiten Glasplatte. Beide Platten werden dann, wie dies für die Montierung von Diapositiven üblich ist, am Rande mit schwarzem Papier überzogen. Auf diese Weise eingeschlossen, bleibt das Bild haltbar. Wenigstens habe ich nach Verlauf eines ganzen Jahres keine Veränderung an den Photographien wahrgenommen; sie haben an Schärfe nichts eingebüßt.

Bei diesen Versuchen bin ich noch einer auffallenden Erscheinung begegnet, die hier kurz berührt werden soll. Blätter, die für ein paar Minuten in siedendes Wasser getaucht und dann unmittelbar darauf mit der Ober- oder Unterseite im nassen Zustande auf einer gut geputzten Glasplatte, am besten auf einer Spiegelscheibe, so aufgelegt wurden, daß sie daran festhaften, erscheinen, wenn man sie nach dem Verdampfen des Wassers ablöst, an der berührten Seite auffallend glänzend, geradezu wie lackiert. Das Ablösen gelingt am besten, wenn man mit einem dünnen Messer unter den Rand des Blattes fährt und es dann loslöst. Stellen sich Schwierigkeiten beim Ablösen ein, so ist

das gewöhnlich ein Zeichen, daß die Glasplatten vor dem Aufkleben des Blattes nicht genug geputzt waren. Die glänzende, spiegelnde Oberfläche tritt ganz besonders schön an Blättern hervor (*Tropaeolum*, *Amicia* etc.), die nach Ausführung der Sachs'schen Jodprobe in der angegebenen Weise auf einer Glasplatte eintrocknen gelassen und dann abgehoben wurden.

Bei dem Kochen des Blattes erhält die Oberfläche desselben einen schleimigen Charakter und dieser feine schleimige Überzug, der bei der Adhäsion des Blattes eine kontinuierliche Lamelle auf der Oberfläche des Blattes bildet, bedingt aller Wahrscheinlichkeit nach den eigentümlichen Glanz.

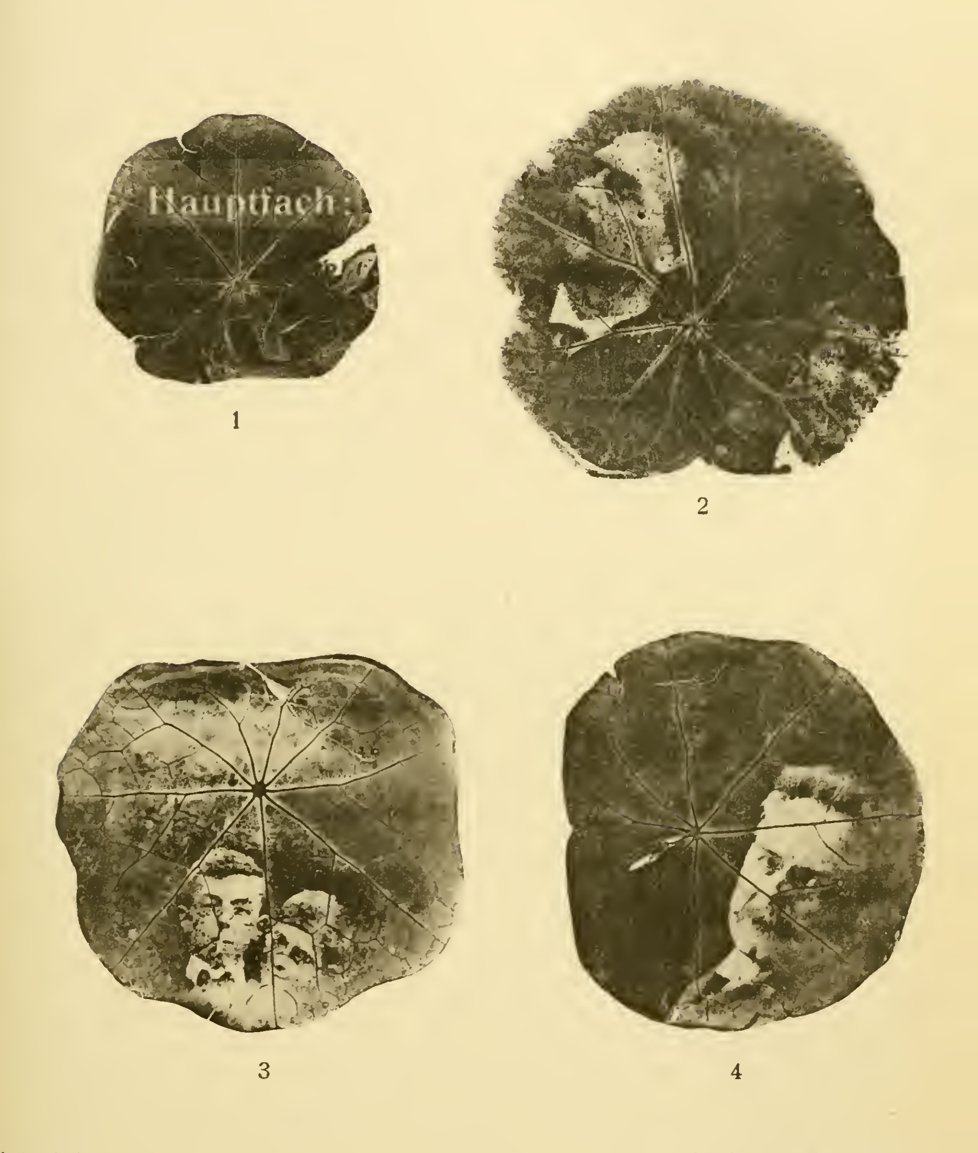
Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Ein *Tropaeolum*-Blatt, auf das ein weißes, mit dem Worte »Hauptfach« bedrucktes Papier aufgelegt und einen ganzen Tag dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt wurde, zeigt nach der Jodprobe das Wort »Hauptfach« in farblosen Lettern, da unter den schwarzen Buchstaben des Papiers keine Stärke gebildet wird.

Fig. 2 bis 4. Photographien in *Tropaeolum*-Blättern: Fig. 2 und 4 Brustbilder eines Mannes und Fig. 3 zwei Knabenköpfe.

Alle Blätter in natürlicher Größe.

Molisch H.: Photographien in einem Laubblatte.



1

2

3

4

Autor fecit.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.